ÜBER DEN

EINFLUSS DER FETTE

AUF DIE

AUSNÜTZUNG DER EIWEISSSTOFFE.

INAUGURAL-DISSERTATION

DER

MEDICINISCHEN FACULTÄT

DER

KAISER-WILHELMS-UNIVERSITÄT STRASSBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT VON

RUDOLF LAAS

AUS STRASSBURG I. E.

STRASSBURG

VERLAG VON KARL J. TRÜBNER

1894.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät der Universität Strassburg.

Referent: **Prof. Dr. Hoppe-Seyler.**

Man ist seit Voit's Stoffwechselversuchen gewohnt, als sogenannte eiweissersparende Stoffe Kohlehydrate und Fette nebeneinanderzustellen. Dass der Zusatz von Kohlehydraten zur Eiweissnahrung eine bessere Verwerthung des Eiweiss im thierischen Organismus zur Folge hat, ist von verschiedenen Untersuchern nach Voit bestätigt worden. Rubner[1]), Munk[2]), Kumagawa[3]) haben sogar gezeigt, dass die kleinste von Voit zur Erhaltung des Stickstoffgleichgewichts geforderte Eiweissmenge noch bedeutend erniedrigt werden kann, ohne dass dadurch die Möglichkeit eines Stickstoffansatzes am Körper aufgehoben wird. Während so der Nutzen des Zusatzes von Kohlehydraten zur Eiweissnahrung unbestreitbar ist, sind wir in Betreff der Frage der eiweissersparenden Wirkung der Fette allein auf die Untersuchungen Voit's angewiesen. Zuerst hatte sich Bischoff[4]) mit dieser Frage beschäftigt. Er glaubte durch seine Versuche erwiesen zu haben, dass durch den Zusatz von Fett zur Eiweissnahrung die Stickstoffabgabe vermindert sei trotz theilweiser Vermehrung der Harnstoffausscheidung.

---

[1]) M. Rubner: Ueber die Ausnützung einiger Nahrungsmittel im Darmkanale des Menschen, Zeitschrift für Biologie, Bd. XV, S. 115.

[2]) J. Munk: Die Fettbildung aus Kohlehydraten beim Hunde. Virchow's Archiv 101, 1885, S. 107.

[3]) M. Kumagawa: Vergleichende Untersuchungen über die Ernährung mit gemischter und rein vegetabilischer Kost mit Berücksichtigung des Eiweissbedarfs. Virchow's Archiv 116, 1889, S. 370.

[4]) Bischoff: Der Harnstoff als Maass des Stoffwechsels, S. 143, Giessen 1853.

Der nicht als Harnstoff ausgeschiedene Stickstoff sei vermindert. Botkin[1]), der nächste, der die Bedeutung des Nahrungsfettes für die Eiweissverwerthung wieder aufnahm, glaubt die Schuld für die mannigfachen Widersprüche, die in den Versuchen Bischoff's zu Tage traten, dem Umstand beimessen zu dürfen, dass die gestatteten Wassermengen in den verschiedenen Perioden der Versuche bedeutend variirten. Als beweisend und grundlegend für die eiweissersparende Wirkung der Fette werden meist die zahlreichen Versuche angesehen, die zuerst Bischoff und Voit[2]) und dann Voit[3]) allein in diesem Sinne anstellten. Und doch ist es bekannt, dass allen diesen Versuchen die Ansicht zu Grunde liegt, dass der Harnstoff die einzige Verbindung sei, in der der Stickstoff des zersetzten Eiweisses im Harn den Körper verlasse. Neuere Untersuchungen haben aber gezeigt, dass die Menge des nicht im Harnstoff enthaltenen Stickstoffs des Harns über 10 % des gesammten ausgeschiedenen Stickstoffs betragen kann.

Es verlohnte sich daher der Mühe, mit Hülfe der Kjeldahlschen Methode den Gesammtstickstoff des Harns zu bestimmen und so über die Aenderung der Stickstoffausscheidung bei Zusatz von Fett zur Eiweissnahrung Aufschluss zu erlangen.

Nach Voit sollten nun sowohl Kohlehydrate wie Fette die ihnen zugeschriebenen eiweissersparenden Wirkungen erst entfalten nach ihrer Resorption vom Darmkanal aus. Er vernachlässigte bei dieser Annahme ganz die Berücksichtigung eines Factors, der überhaupt in den früheren Stoffwechselversuchen vollständig ausser Acht gelassen wurde und auf den erst in jüngster Zeit von verschiedenen Seiten die Aufmerksamkeit gelenkt worden ist. Man machte früher die Annahme, dass aller Stickstoff des Nahrungseiweisses, der nicht in den Fäces ausgeschieden würde, im Organismus zum Aufbau neuen Materials, zum sogenannten Eiweissansatz Verwendung finden könnte. So glaubte sich Voit auch berechtigt, die Vermehrung

[1]) Botkin, Archiv für path. Anatomie, Bd. 15, S. 380, 1858.

[2]) Bischoff und Voit: Die Gesetze der Ernährung des Fleischprocesses, 1860, S. 97.

[3]) Voit, Zeitschrift für Biologie, Bd. V, 1869, S. 329.

oder Verminderung des Harnstickstoffs bei gleichbleibender Resorption durch verminderten resp. vermehrten Eiweissansatz erklären zu können. Man wusste wohl, dass ein Theil des Eiweisses im Darmkanal durch Trypsin und Fäulniss in Körper gespalten werde, die nach ihrer Resorption von keinem Nutzen für den Organismus sein könnten. Aber Berücksichtigung fand dieser Theil des Eiweisses erst in neueren Untersuchungen. Adrian[1]) wies in seinen Versuchen auf das Deutlichste nach, dass die Verringerung der Spaltung der Eiweisskörper im Darm durch Pancreas und Fäulniss, auf die aus einer Abnahme des Aetherschwefelsäuregehalts und der Indicanmenge des Harns geschlossen werden darf, Hand in Hand gehe mit einer durch das Steigen des Körpergewichts sich kundgebenden besseren Verwerthung von gefüttertem Eiweiss. Die Untersuchungen von Krauss[2]) sind für uns um so werthvoller, als wir darin die Möglichkeit erwogen finden, ob vielleicht die Frage von der Ersparung der Eiweissstoffe durch den Zusatz von Kohlehydraten durch die dadurch hervorgerufene Verminderung der Darmfäulniss erklärt werden könne. Krauss fasst das Resultat seiner Untersuchungen in folgenden Worten zusammen: «Es bleibt somit keine andere Annahme übrig als die, dass durch Beifügung der Kohlehydrate eine grössere Verwerthung des im Fleisch enthaltenen Stickstoffs und zugleich eine Verminderung der Eiweissfäulniss und Eiweisszersetzung stattgefunden hat». Er muss allerdings hinzufügen: «Ob dieser Umstand den ersten, die grössere Ausnützung des Stickstoffs, allein erklären kann, oder ob andere Factoren noch dabei mitspielen, bleibt dahingestellt».

Ich suchte nun auf Aufforderung von Herrn Professor Hoppe-Seyler der Frage nach der Bedeutung der Darmfäulniss für die Verwerthbarkeit des Eiweisses im Körper dadurch näher zu treten, dass ich die Veränderung sowohl der Eiweisszersetzung im Darmkanal als auch der Eiweissverwerthung im Organismus durch den Zusatz von Fett zur reinen Fleischnahrung zum Gegenstand von Versuchen am Hunde machte.

[1]) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. XIX, S. 123, 1894.
[2]) Dieselbe Zeitschrift, Bd. XVIII, S. 167, 1893.

Krauss bestätigte durch seine Harnuntersuchungen nur die Resultate, die Hirschler[1]) bei seinen Kothanalysen gefunden. Beide fanden eine Verminderung der Fäulniss im Darmkanal bei Zusatz von Kohlehydraten zur Eiweissnahrung. Bei Fettzusatz sah Hirschler dagegen die Fäulniss nicht beeinflusst werden. Wenn es sich nun bestätigt, dass, wie Voit gefunden, durch Zusatz von Fett zur Eiweissnahrung ein vermehrter Ansatz von Eiweiss stattfindet und andererseits auch im Harn keine Vermehrung der Fäulnissproducte sich finden lässt, so sind wir wieder gezwungen, anzunehmen, dass die eiweissersparenden Stoffe wenigstens einen Theil ihrer Wirkung erst nach der Resorption entfalten.

Ich gehe zur Schilderung meiner Versuche über.

Ihr Zweck war, kurz noch einmal zusammengefasst, die Beantwortung folgender Fragen:

1. Wird durch Zusatz von Fett zur Eiweissnahrung deren Ausnützung gesteigert?
2. Lässt sich eine infolge des Fettzusatzes eintretende Verminderung der Eiweisszersetzung im Darmkanal nachweisen aus einer Verminderung der Aetherschwefelsäuren und des Indicangehalts des Urins?

Meine erste Versuchsreihe begann am 30. Mai 1893. Das Versuchsthier war eine ca. 19 Kgr. schwere Hündin. Sie befand sich während der Zeit der Versuche in einem mit Glasplatten ausgelegten Kasten, aus dem der Urin durch eine Rinne in eine untergestellte Schale abfloss. Der Versuchstag dauerte von 8 Uhr Morgens des einen Tages bis 8 Uhr Morgens des nächstfolgenden. Der gesammte während dieser Zeit in die Schale abgeflossene Urin wurde untersucht auf Stickstoff nach Kjeldahl, auf Harnstoff nach Liebig. Zur quantitativen Bestimmung des Indoxyls wurde die colorimetrische Methode verwendet, wie sie Krauss zuerst beschrieben hat. Mir diente zur Normallösung ein als durchaus rein befundenes Präparat von Tronmsdorf. Von derselben ergaben 300 cbcm.

[1]) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. X, 1886, S. 306.

auf dem Wasserbad langsam verdunstet einen Rückstand von 5,4 mgr. Indigo.

Ich möchte hier gleich zur Kritik der colorimetrischen Methode erwähnen, dass die Untersuchung oft gestört wurde durch einen rothen Farbenton der Harnindigolösung, der die Vergleichung mit dem reinen Blau der Normallösung sehr erschwerte. Einige Male erhielt ich von verschiedenen Proben desselben Harnes eine rein blau- und eine mehr violettgefärbte Chloroformlösung. In diesen Fällen muss die violette Lösung Indirubin enthalten haben, was ja aus der Indoxylschwefelsäure durch Salzsäure und mässige Oxydation entsteht. In anderen Fällen konnte ich durchaus keine rein blaue Chloroformlösung erhalten und hier glaube ich dieses Verhalten auf einen grösseren Gehalt des Harns an Skatol beziehen zu dürfen. Dass aus dem Skatoxyl des Harns ein violetter Farbstoff darstellbar ist, hatten schon Brieger[1]) und Mester[2]) nachgewiesen. Ich fütterte mein Versuchsthier einen Tag lang mit geringen Mengen chemisch reinen Skatols und konnte von dem Harn des folgenden Tages bei derselben Behandlung, wie sie zur Herstellung der Indigolösung angewendet wurde, eine grosse Menge einer schön violettgefärbten Chloroformlösung erhalten. Leider starb die Hündin am zweiten Tage der Skatoleinverleibung, so dass eine nähere Untersuchung des dabei aufgetretenen Farbstoffes unterbleiben musste.

Ich fahre jetzt in der weiteren Schilderung meiner Versuchsanordnung fort.

Ausser dem Indicangehalt des Harns bestimmte ich auch die Menge der Aetherschwefelsäuren, jedoch nicht täglich, sondern in 100 cbcm. der von den Tagen einer Serie zusammengegossenen Fünftel der resp. Harne. Der Koth wurde nach der Entleerung möglichst bald aufgesammelt und auf seinen Gehalt an Stickstoff und Fett untersucht. War die sofortige Untersuchung aus Zeitmangel nicht möglich, so bewahrte ich den Koth verschlossen im Eisschrank bis zur

[1]) Zeitschrift für physiol. Chemie, Bd. IV, S. 418.

[2]) Dieselbe Zeitschrift, Bd. XII, S. 130.

Untersuchung auf. Zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl verwendete ich 2—3 gr. frischen Koths. Ich vermied das Trocknen, weil ich dadurch einen Verlust an Ammoniak befürchtete. Den Fettgehalt bestimmte ich durch die Aetherextractionsmethode. Ich trocknete dazu etwa 2 gr. feuchten Koths bei 110°, bis keine Gewichtsabnahme mehr zu constatiren war.

Das Körpergewicht der Hündin beabsichtigte ich eigentlich täglich bei Beginn des Versuchstages zu bestimmen. Ich stand aber davon ab, als ich die ersten beiden Male bei der Wägung eine spontane geringe Urinentleerung nicht verhindern konnte. Ich begnügte mich dann damit, die Veränderung bei Schluss jeder Serie zu notiren. Bei den weiteren Wägungen kam nie ein Urinverlust mehr vor.

Die Nahrung des Thieres bestand in den ersten sechs Tagen aus 750 gr. von Sehnen und Fett möglichst befreiten Pferdefleisches. Die ganze Portion wurde auf einmal im Laufe des Vormittags gereicht. Vom siebenten bis zum dreizehnten Tage der Versuchsreihe fügte ich der täglichen Fleischportion 50 gr. Fett hinzu. Das direct vom Schlachthaus bezogene Schweinefett liess der Diener des Instituts noch aus vor dem Gebrauch. Vor der Fütterung erwärmte ich das Fett, tauchte die einzelnen Fleischstücke in das flüssige Fett hinein, so dass jedes Stück nach dem Erkalten mit einer Fettkruste umgeben war. In dieser Form frass das Thier die Nahrung begierig. Die letzten sechs Tage erhielt der Hund wieder 750 gr. reinen Fleisches.

Es war mir nun in der ersten Versuchsreihe durch ein Missgeschick die Verwerthung der Resultate der Indigobestimmungen der ersten Serie unmöglich gemacht worden. Ich unternahm desshalb am Ende des Sommersemesters 1893 eine zweite Versuchsreihe, in der ich der genauen Bestimmung des Indicangehalts meine Aufmerksamkeit besonders zuwendete. Die Versuchsanordnung war sonst die gleiche wie in der ersten Reihe. Nur gab ich diesmal 600 gr. Fleisch und setzte dann 100 gr. Fett hinzu. Die beiden ersten Serien dauerten je fünf Tage. Ich beabsichtigte nach der Rückkehr zur reinen Fleischnahrung noch weitere fünf Tage Harn

und Koth zu untersuchen. Ich schloss jedoch diese letzte Periode schon nach drei Tagen ab, weil der Hund eine Neigung zu durchfallartiger Stuhlentleerung zeigte, wohl in Folge der im Verhältniss zur gegebenen Fleischnahrung grossen Fettmengen.

Die in den beiden Versuchsreihen gewonnenen Resultate sind in den am Schluss angeführten Tabellen zusammengestellt.

Zu ihrem Verständniss ist noch einiges hinzuzufügen. Der Hund befand sich vor dem Beginn beider Versuchsreihen nicht im Stickstoffgleichgewicht. Vor dem Beginn der ersten Reihe hatte er täglich nur ein Pfund Fleisch erhalten. Vom ersten Versuchstage an erhält er 750 gr. und demgemäss steigt sein Gewicht. Die Fleischportion bleibt dieselbe auch nach Beendigung der ersten Reihe bis zum 5. Juli. Von diesem Tag an erhält das Thier nur noch 600 gr. Fleisch. Sein Gewicht sinkt desshalb in den nächsten Tagen. Es beträgt am 7. VII. 19,470, am 8. VII. 19,250, am 9. VII. 19,140. An diesem Tag beginnt die zweite Versuchsreihe. In der zweiten Serie dieser Reihe entsteht eine Ungenauigkeit dadurch, dass mir der Urin des 16. Juli verloren ging. Auf den gleichen Tag fällt eine Kothentleerung von 69 gr. die in den Tabellen nicht verzeichnet ist. Da der Hund nicht katheterisirt wurde und so naturgemäss die Harnmenge der einzelnen Tage und damit die Harnstickstoffausscheidung bedeutenden Schwankungen unterlag, glaubte ich nicht die aus der Gesammtstickstoffausscheidung der Serie berechnete Durchschnittsmenge des täglich ausgeschiedenen Stickstoffs für den 16. Juli annehmen und so diesen Tag mit in die Berechnung aufnehmen zu können. Ich schloss vielmehr die Beobachtungen des 17. Juli direct denen des 15. Juli an und glaubte dadurch keine grosse Ungenauigkeit zu begehen, da das Körpergewicht des Hundes am 16. VII. sich von dem am 17. VII. kaum unterschied.

Wir wollen jetzt das Verhalten verschiedener Factoren bei dem Wechsel der Nahrung einer näheren Betrachtung unterziehen.

Wir beginnen mit dem Körpergewicht. Dasselbe steigt in Serie I der Reihe I um 550 gr. Diese Zunahme

ist leicht zu erklären durch die der Versuchsreihe vorangegangene Periode, in welcher das Thier nur ein Pfund Fleisch am Tag erhalten hatte. Nach Zusatz von Fett erfolgt in Serie II eine weitere Zunahme des Körpergewichts um 720 gr. Die Rückkehr zur reinen Fleischnahrung bedingt eine Abnahme von 100 gr. Aehnliche Aenderungen erfährt das Gewicht in der zweiten Versuchsreihe. Bei dem Beginn befand sich das Thier, wie oben schon angedeutet, nicht im Stickstoffgleichgewicht. Aber diesmal ist in der ersten Serie vor Beginn des Fettzusatzes sein Gewicht nicht im Wachsen, sondern im Abnehmen begriffen. Er hatte zwar schon 4 Tage vor Beginn der Versuchsreihe statt der 750 gr. der vorhergehenden Tage nur noch die 600 gr. erhalten, auf die seine Nahrung während der zweiten Versuchsreihe reducirt blieb. Aber er hatte sich mit dieser geringen Kost noch nicht abgefunden, und wir constatiren in der ersten Serie eine Abnahme des Körpergewichts um 410 gr. Ein Stillstand tritt dann ein am ersten Tage der Fettfütterung. Und am folgenden Tage steigt das Gewicht um 150 gr., um dann während der nächsten vier Tage stationär zu bleiben. Das Weglassen des Fettzusatzes in den letzten drei Tagen der Reihe ist wieder von einer Abnahme von 310 gr. begleitet.

Wie sollen wir uns nun diese Aenderungen des Körpergewichts, die in beiden Versuchsreihen nach der Zugabe von Fett zur Fleischnahrung zu constatiren sind, erklären? Resorbirt wurde das Fett fast vollständig, wie ein Blick auf die folgende Tabelle zeigt:

Im Koth ausgeschiedenes Fett.

	Tag der Koth-entleerung.	Menge des feuchten Kothes.	Gewicht des trockenen Kothes.	Fettgehalt.	% Fettgehalt des trockenen Kothes.
Serie I	31. V.	61	28,48	1,1467	4,026
	5. VI.	87	43,5	3,6834	8,467
Serie II	7. VI.	41	23,33	3,124	13,38
	11. VI.	73	27,38	3,7135	13,56
	12. VI.				
Serie III	13. VI.	44	50,409	6,576	12,174
	16. VI.	76 (120)			

In der Periode des Fettzusatzes wurde kaum mehr Fett mit dem Koth ausgeschieden, als in den Zeiten der reinen Fleischnahrung. Dass bedeutende Quantitäten von Fett im Darm resorbirt werden, hatten Pettenkofer und Voit[1]) für den Hund nachgewiesen, und Rubner[2]) hat dasselbe Verhalten beim Menschen beobachtet.

Ist es nun ein Ansatz von Fett allein, der in beiden Fällen die Steigerung des Körpergewichts hervorruft oder wird durch den Zusatz von Fett zum Nahrungseiweiss auf irgend eine Weise die Möglichkeit geschaffen, dass das gefütterte Eiweiss eine bessere Verwerthung im Organismus findet? Wenn es uns gelungen wäre, sämmtliche Fehlerquellen zu vermeiden, so müsste sich aus der Differenz zwischen dem in der Nahrung eingeführten Stickstoff und dem im Harn und Koth nachgewiesenen ergeben, ob ein Ansatz von stickstoffhaltiger Körpersubstanz erfolgt ist oder nicht. Die Betrachtung der in den Perioden reiner Fleischnahrung vor Beginn des Fettzusatzes gewonnenen Resultate lehrt uns, dass wir eine Stickstoffbilanz nicht aufzustellen vermögen. Berechnen wir z. B. in Serie I der ersten Reihe die aufgenommene Stickstoffmenge, so beträgt dieselbe 153 gr., wenn wir, wie es sich durch zahlreiche Analysen als fast constantes Ergebniss herausgestellt hat, den Procentstickstoffgehalt des Fleisches zu 3,4 annehmen. Im Koth und Harn finden wir nur 119,43 gr. Stickstoff. Es müssten also, die Fehlerfreiheit der Versuche vorausgesetzt, 33,57 gr. N im Körper zurückbehalten sein. In der That steigt in dieser Zeit das Körpergewicht um 550 gr. Bei der reinen Fleischfütterung müssen wir diese Zunahme als Fleisch berechnen. Sie entspräche 18,7 gr. Stickstoff. Es verblieben 33,57 bis 18,7 gr. = 14,87 gr., über deren Verbleib wir nichts auszusagen wissen. Directe Schlüsse auf die Menge des im Organismus zurückbehaltenen Stickstoffs lässt also die in jeder Versuchsperiode sich ergebende Differenz zwischen dem Stickstoff der Nahrung und dem der Excrete nicht zu. Wohl aber sind wir berechtigt, da die Versuchsanordnung während der Zeit

[1]) Zeitschrift für Biologie, Bd. IX, S. 30, 1873.

[2]) Zeitschrift für Biologie, Bd. XV, S. 115.

beider Versuchsreihen die gleiche blieb und auch die Fehlerquellen dieselben waren, aus der Zunahme oder Abnahme besagter Differenz auf grösseren oder kleineren Ansatz von stickstoffhaltiger Körpersubstanz zu schliessen. Folgende Tabelle soll uns dabei leiten:

Reihe I.

	Serie I.	Serie II.	Serie III.
Einnahme an N	153,0	178,5	153.0
Ausgabe an N	119,43	145,71	127,31
Deficit	33,57	32,79	25,99
Verhalten des Körpergewichss	+ 550	+ 720	— 100

Reihe II.

	Serie I.	Serie II.	Serie III.
Einnahme an N	102,0	102,0	61,2
Ausgabe an N.	97,56	91,08	62,417
Deficit	4,44	10,92	+ 1,217
Verhalten des Körpergewichts	— 410	+ 190	— 310

In Reihe I fällt auf, dass nach dem Zusatz von Fett das Deficit das gleiche bleibt wie in Serie I. Nicht viel weniger wie 550 gr. der Zunahme von 720 gr. dürfte desshalb auf Eiweissansatz zu beziehen sein. Ohne die Fettzugabe wäre ein so grosser Eiweissansatz, nachdem schon sechs Tage vorher die gleiche Eiweissmenge in der Nahrung zugeführt war, nicht zu Stande gekommen. Die übrigen 170 gr. der Zunahme des Körpergewichts müssten auf einen Ansatz von Fett bezogen werden. In Serie III wird das Deficit zwar entsprechend der Abnahme des Körpergewichts geringer, aber nicht so, dass wir diese Abnahme ganz auf Stickstoffabgabe vom Körper beziehen dürfen. Ein Theil des in Serie II angesetzten Fettes kommt sicherlich jetzt wieder zur Ausscheidung.

In gleicher Weise sehen wir in Reihe II einer Abnahme des Körpergewichts ein geringeres Deficit, einer Zunahme ein grösseres entsprechen. Wir dürfen schliessen, dass, wie in der ersten Reihe, auch hier der Fettzusatz einen Eiweissansatz hervorruft, wie er ohne das Fett in der gleichen Zeit

nicht zu Stande gekommen wäre. Der Ueberschuss des im Harn und Koth nachweisbaren Stickstoffs in Serie III über den Stickstoff der Nahrung wäre geeignet, den Einfluss des Fettes auf das Deutlichste zu demonstriren. Doch ergibt die Kothanalyse in diesen Tagen einen vermehrten Stickstoffgehalt, so dass eine verminderte Resorption nicht ausgeschlossen werden kann.

Im Ganzen sind wir durch diese Befunde berechtigt, eine Beeinflussung der Verwerthung des Eiweisses der Nahrung durch Hinzufügen von Fett zu derselben anzunehmen, und zwar in dem Sinne, dass die Verwerthbarkeit des Eiweisses durch diesen Zusatz erhöht wird.

Man könnte sich diesen Einfluss erklären durch eine vermehrte Resorption der gefütterten Eiweisssubstanzen. Darüber muss der Gehalt des Kothes an Stickstoff in den verschiedenen Perioden Aufschluss geben. Dann wäre zu berücksichtigen, wie schon zu Beginn hervorgehoben, das Verhalten der Eiweisszersetzung durch Pancreas und Darmfäulniss, erkenntlich an der Aenderung des Indicangehalts und der Menge der Aetherschwefelsäure im Harne. In beiden Versuchsreihen wurde nun, wie aus den Haupttabellen zu ersehen, der Koth auf Stickstoff untersucht. Eine Abgrenzung der auf die einzelnen Serien enthaltenden Kothmengen geschah allerdings nicht. Aber ein Blick auf die Resultate der ersten Reihe zeigt, dass von irgend einer nennenswerthen Verminderung des Stickstoffgehalts durch den Fettzusatz nicht die Rede sein kann. In der zweiten Reihe wurde der an dem ausfallenden 16. Juli entleerte Koth nicht auf seinen Stickstoffgehalt untersucht, so dass wir hier über die Aenderung der Stickstoffresorption durch Fettzusatz nichts aussagen können. Doch hatte auch Rubner[1]) in seinen Ausnützungsversuchen eine Beeinflussung der Eiweissresorption durch Fettzusatz nicht constatiren können. Er schreibt: «Die geringsten Schwankungen finden sich in der Resorption des Stickstoffs; durch mit Stickstoff grössere Zufuhr von Fett, ja selbst, wenn beträchtliche Mengen von Fett in

[1]) Zeitschrift für Biologie, Bd. XV, S. 115.

Koth sich finden, wird die procentige und absolute Resorption von Eiweiss nicht vermindert, vielmehr eher eine günstige».

Wir kämen nun zu der wichtigsten Frage: Kann in der Aenderung der Eiweisszersetzung im Darmkanal in der Zeit, während welcher Fett zum Eiweiss hinzugesetzt wurde, ein Factor gefunden werden, der die bessere Verwerthung des Eiweisses wenigstens zum Theil zu erklären im Stande ist?

Die Betrachtung der Aetherschwefelsäuremengen der ersten Reihe scheint für eine solche Beeinflussung zu sprechen. Die Menge des Baryumsulfats der zweiten Serie zeigt allerdings auch nur gegen die Menge der dritten Serie eine wesentliche Differenz. In der zweiten Reihe finden wir jedoch gerade das umgekehrte Verhalten. In der Zeit des Fettzusatzes eine Vermehrung der täglich ausgeschiedenen Aetherschwefelsäuremenge. Auch die Indigoausscheidung zeigt nicht das characteristische Verhalten, wie es Krauss beim Zusatz von Kohlehydraten gefunden. Die geringe Verminderung des Indicangehalts in der zweiten Serie kann kaum in Betracht gezogen werden. Die bedeutende Veränderung der Indigoausscheidung in Serie III ist auf die durch das Auftreten breiiger Stuhlgänge sich äussernde Beschleunigung der Fortbewegung des Darminhalts zurückzuführen.

Kehren wir nun zu den am Anfang aufgeworfenen Fragen zurück, so glauben wir durch unsere Versuche erwiesen zu haben, dass zwar durch die Fette die Eiweissverwerthung im Organismus eine grössere wird, dass aber nicht in gleichem Maasse eine Abnahme der Zersetzungsvorgänge im Darm sich nachweisen lässt.

Wir können als das Resultat unserer Versuche erstens den Satz hinstellen: Die Spaltung der Eiweisskörper im Darmkanal durch Pancreas und Fäulniss, die bei reiner Fleischnahrung einen Theil des Eiweisses der Verwerthung im Organismus entzieht, erfährt durch den Zusatz von Fett zum Fleisch keine Verminderung. Von den Kohlehydraten steht es fest, dass sie schon in geringen Mengen der Eiweissnahrung zugefügt, die Fäulnissvorgänge im Darmkanal fast ganz zu unterdrücken im Stande ist. Die Fette haben, wie unsere Versuche zeigen, diese Wirkung nicht. Dagegen

geht aus den Versuchen klar hervor, — und damit kommen wir zu dem zweiten Resultat, zu dem sie geführt haben — dass durch den Zusatz von Fett eine Verminderung der Stickstoffausscheidung stattfindet, dass also bei gleichbleibender Stickstoffzufuhr mehr Stickstoff im Körper zurückbehalten wird. Wie diese Wirkung zu Stande kommt, darüber können wir nur Vermuthungen hegen. Wollen wir uns eine Vorstellung machen, so würde sie ähnlich derjenigen sein, die schon Botkin[1]) angibt. «Die Verminderung der Harnstoffausscheidung zeigt ziemlich bestimmt, dass wenigstens ein Theil der Fette verbrannt wird, wodurch die Verbrennung der stickstoffhaltigen Substanzen verhindert wird». Auch über die Art der Verwendung des zurückbehaltenen Stickstoffs können wir Bestimmtes nicht aussagen. Wenn wir mit Voit die Wirkung der Fette als eiweissersparend bezeichneten, so brauchen wir doch die Voit'sche Erklärung dieser Wirkung nicht zugleich anzunehmen. Der nicht ausgeschiedene Stickstoff kann im Körper zum Ersatz zu Grunde gegangenes Protoplasmas, zur Erzeugung neuer Zellen Verwendung finden.

Darin stimmen Fette und Kohlehydrate überein, dass sie eine bessere Eiweissverwerthung bei gleichbleibender Eiweisszufuhr ermöglichen. Wenn man aber bisher mit der Zusammenfassung beider Nahrungsmittel als der «stickstofffreien Stoffe» sie als gleichwerthig in ihrer Wirkung als Zusatz zur Eiweissnahrung aufzufassen gewohnt war, so tritt doch durch unsere Versuche der Unterschied auf das Deutlichste hervor. Die Kohlehydrate vermindern die Eiweissfäulniss im Darmkanal, durch die Fette wird die Intensität der Spaltungsvorgänge nicht herabgesetzt.

Zum Schluss sei es mir gestattet, Herrn Professor Hoppe-Seyler, meinem hochverehrten Lehrer, zu danken für die Anregung zur Arbeit, für sein Interesse an dem Fortschreiten der Versuche und für die vielfachen Unterstützungen, die er mir während der ganzen Zeit hat zu Theil werden lassen.

Strassburg i. E., den 24. Juli 1894.

[1]) Archiv für pathol. Anatomie, Bd. XV, S. 380, 1858.

Versuchsreihe I.

Serie I. Fütterung mit 750 gr. Pferdefleisch.

Tage.	Datum.	Harnmenge.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstickstoff.	Harnstoff.	Stickstoff im Harnstoff.	Kothmenge.	Stickstoff des Koths.	Körpergewicht.
1.	30. V.	337	1062	19,816	37,744	18,05	—	—	18100
2.	31. V.	325	1065	20,111	39,00	18,12	61 gr.	1,7781	18270
3.	1. VI.	220	1073	15,77	26,40	12,44	—	—	18320
4.	2. VI.	365	1070	25,601	43,435	20,30	—	—	—
5.	3. VI.	272	1072	18,812	31,28	14,62	—	—	—
6.	4. VI.	220	1066	14,774	24,86	11,61	87 gr.	2,7656	18650

Gesammtharnstickstoff 114,884, pro die 19,1473.

Gesammtharnstoff 202,71, pro die 33,7865.

Aetherschwefelsäure im Harn als Baryumsulfat: Gesammtmenge 0,9, pro die 0,15.

Serie II. Fütterung mit 750 gr. Pferdefleisch und 50 gr. Fett.

Tage.	Datum.	Harnmenge.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstickstoff.	Harnstoff.	Stickstoff im Harnstoff.	Kothmenge.	Stickstoff des Koths.	Körpergewicht.
1.	5. VI.	350	1072	24,304	39,191	18,31	—	—	18650
2.	6. VI.	270	1071	19,505	31,86	14,89	—	—	—
3.	7. VI.	280	1060	17,256	27,44	12,82	41 gr.	1,7437	—
4.	8. VI.	350	1058	22,736	36,75	17,17	—	—	—
5.	9. VI.	265	1072	18,55	—	—	—	—	—
6.	10. VI.	320	1064	19,976	36,8	17,20	—	—	—
7.	11. VI.	330	1066	20,328	38,28	17,89	73 gr.	3,3203	19370

Gesammtharnstickstoff 140,655, pro die 20,0935.

Gesammtharnstoff 210,321, pro die 35,0535.

Aetherschwefelsäure im Harn als Baryumsulfat: Gesammtmenge 1,0176, pro die 0,1453.

Serie III. Fütterung mit 750 gr. Pferdefleisch.

Tage.	Datum.	Harnmenge.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstickstoff.	Harnstoff.	Stickstoff im Harnstoff.	Kothmenge.	Stickstoff des Koths.	Körpergewicht.
1.	12. VI.	362	1063	21,691	37,648	17,59	—	—	19370
2.	13. VI.	—	—	—	—	—	44 gr.		—
3.	14. VI.	327	1066	19,96	37,278	17,42	—	3,6829	—
4.	15. VI.	380	1062	21,344	43,319	20,24	—		—
5.	16. VI.	352	1064	21,486	42,944	20,07	76 gr.		—
6.	17. VI.	335	1063	20,917	42,21	19,73	—	—	-
7.	18. VI.	285	1066	17,2365	35,334	16,51	—	—	19270

Gesammtharnstickstoff 123,6345, pro die 20,6064.

Gesammtharnstoff 238,7335, pro die 39,7889.

Aetherschwefelsäure im Harn als Baryumsulfat: Gesammtmenge 1,269, pro die 0,2125.

Versuchsreihe II.

Serie I. Fütterung mit 600 gr. Pferdefleisch.

Tage.	Datum.	Harnmenge.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff.	Stickstoff im Harnstoff.	Harnstickstoff.	Indigo in mgr.	Kothmenge.	Stickstoff des Koths.	Körpergewicht.
1.	9. VII.	290	1054	27,84	13,01	13,64	16,0776	—	-	19140
2.	10. VII.	546	1053	54,6	25,51	26,601	81,54	—	—	19020
3.	11. VII.	377	1053	37,7	17,62	18,47	32,76	57,5	1,407	18920
4.	12. VII.	400	1053	39,2	18,32	20,16	49,24	—	—	18850
5.	13. VII.	316	1057	32,86	15,36	16,98	23,92	—	—	18730

Gesammtharnstickstoff 95,851, pro die 19,17.

Gesammtharnstoff 192,20, pro die 38,45.

Gesammtindigo 203,54 mgr., pro die 40,708 mgr.

Aetherschwefelsäure im Harn als Baryumsulfat: Gesammtmenge 1,007, pro die 0,2014.

Serie II. Fütterung mit 600 gr. Pferdefleisch u. 100 gr. Schweinefett.

Tage.	Datum.	Harnmenge.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff.	Stickstoff im Harnstoff.	Harnstickstoff.	Indigo in mgr.	Kothmenge.	Stickstoff des Koths.	Körpergewicht.
1.	14. VII.	350	1060	35,70	16,68	17,25	35,11	—	—	18720
2.	15. VII.	415	1052	39,84	18,62	19,52	36,51	—	—	18870
3.	17. VII.	315	1056	32,76	15,31	16,12	30,07	—	—	18800
4.	18. VII.	446	1054	41,92	19,59	20,85	49,45	—	—	18920
5.	19. VII.	400	1050	36,00	16,82	17,34	26,41	—	—	18880
										Am Ende des Versuches 18910

Gesammtharnstickstoff 91,08, pro die 18216.
Gesammtharnstoff 166,22, pro die 37,245.
Gesammtindigo 178,55 mgr., pro die 38.71 mgr.
Aetherschwefelsäure im Harn als Baryumsulfat: Gesammtmenge 1,2518, pro die 0,25036.

Serie III. Fütterung mit 600 gr. Pferdefleisch.

Tage.	Datum.	Harnmenge.	Spec. Gew. des Harns.	Harnstoff.	Stickstoff im Harnstoff.	Harnstickstoff.	Indigo in mgr.	Kothmenge.	Stickstoff des Koths.	Körpergewicht.
1.	20. VII.	414	1051	38,5	17,99	18,75	32,31	65		18910
2.	21. VII.	496	1052	—	—	22,02	17,13	—	3,437	18790
3.	22. VII.	376	1055	38,73	18,1	18,4	19,80	55		18630
										Am Ende des Versuches 18600

Gesammtharnstickstoff 58,98, pro die 19,66.
Gesammtindigo 69,24 mgr., pro die 23,08 mgr.

Druckerei der «Str. N. N.», vrm. H. L. Kayser.